

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-059080

(43)Date of publication of application : 28.02.2003

(51)Int.Cl.

G11B 7/125

G02B 13/00

G02B 13/08

G11B 7/135

(21)Application number : 2001-242866

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 09.08.2001

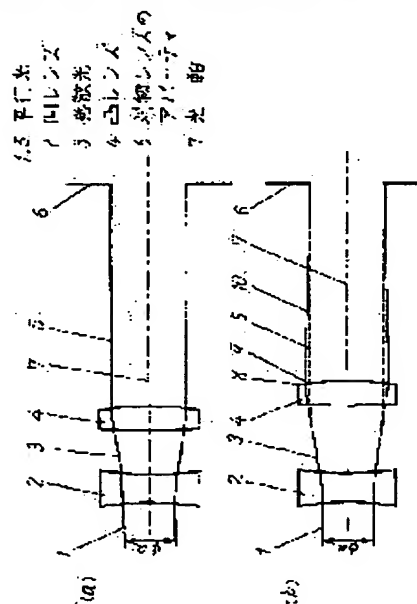
(72)Inventor : TANAKA YASUHIRO  
SASANO TOMOHIKO  
YAMAGATA MICHIOHIRO  
OGATA DAISUKE

## (54) OPTICAL HEAD DEVICE AND OPTICAL INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical head device which varies in neither light reception efficiency nor converged spot diameter even when a spherical aberration is corrected by properly selecting the focal length of a spherical aberration correction optical system and the distance to an objective and an optical information recording and reproducing device which uses the optical head device.

**SOLUTION:** An afocal optical system comprising a combination of a concave and a convex lens is so constituted that the focal length of the convex lens is nearly equal to the distance from the convex lens to the objective.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-59080

(P2003-59080A)

(43) 公開日 平成15年2月28日 (2003. 2. 28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 7/125

G 1 1 B 7/125

B 2 H 0 8 7

G 0 2 B 13/00

G 0 2 B 13/00

5 D 1 1 9

13/08

13/08

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願2001-242866 (P2001-242866)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(22) 出願日

平成13年8月9日 (2001. 8. 9)

(72) 発明者 田中 康弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 笹埜 智彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外 2 名)

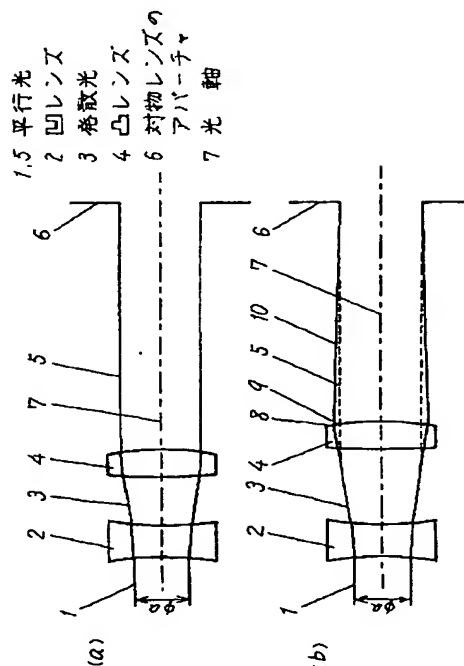
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ヘッド装置及び光学情報記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 レンズを光軸方向に移動することによって、光ディスクの基材厚み変動などによって生じる球面収差を補正する方法がある。レンズの移動にともない光束を発散させたり収束させることで球面収差が補正されるが、同時に対物レンズに入射する光源の光量分布が変化したり、あるいは集光されたスポットの品質が変化するなどの問題があった。

【解決手段】 凹レンズと凸レンズにより組み合わせられたアフォーカル光学系において、凸レンズの焦点距離と、凸レンズから対物レンズまでの距離が略等しくなるように構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、前記光源から出射した光線を略平行光に変換するコリメート手段と光ディスク基板を通して情報媒体面上に集光する集光手段と、前記情報媒体で変調された光束を分離するための光束分離手段と、前記情報媒体で変調された光を受光する受光手段を具備し、前記コリメート手段と前記集光手段との間に、コリメート手段側から順に負のパワーを持ったレンズと正のパワーを持ったレンズを配置し、少なくとも前記いずれかのレンズが光軸方向に移動して情報媒体面上で生じる球面収差を補正し、前記正のパワーを持ったレンズの焦点距離と、前記正のパワーを持ったレンズから前記集光手段までの距離が略等しいことを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項2】 前記正のパワーを持ったレンズの焦点距離を  $f$ 、前記正のパワーを持ったレンズから前記集光手段までの距離を  $d$  としたとき

$$0.5f < d < 1.25f \quad (1)$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1記載の光ヘッド装置。

【請求項3】 光源と、前記光源から出射した光線を略平行光に変換するコリメートレンズと光ディスク基板を通して情報媒体面上に集光する集光手段と、前記情報媒体で変調された光束を分離するための光束分離手段と、前記情報媒体で変調された光を受光する受光手段を具備し、前記コリメートレンズが光軸方向に移動して情報媒体面上で生じる球面収差を補正し、前記コリメートレンズの焦点距離と、前記コリメートレンズから前記集光手段までの距離が略等しいことを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項4】 前記コリメートレンズの焦点距離を  $f$ 、前記コリメートレンズから前記集光手段までの距離を  $d_c$  としたとき

$$0.5f < d_c < 1.25f \quad (2)$$

の条件を満足することを特徴とする請求項3記載の光ヘッド装置。

【請求項5】 請求項1乃至4の光ヘッド装置を用いて、光ディスク基板の情報媒体面上に情報を記録し、あるいは再生する光学情報記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタルビデオディスク、デジタルオーディオディスク、コンピュータ用の光メモリディスクなどの光ヘッドに関し、特に対物レンズの球面収差の補正機能を有する光ヘッド装置及び光学情報記録再生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光ディスクの高密度記録化のためには、一般に光源の波長を短くするかあるいは対物レンズのNAを上げる必要がある。DVDの光ディスクでは波長6

50nm、NA0.6が用いられているが、さらなる高密度化を目指して波長400nmの青色光源を用い、対物レンズのNAを0.85まで上げることが考えられる。このような光ヘッドにおいては光ディスク基板のわずかな厚み誤差に対して大きな球面収差が発生する。

【0003】 例えば前述したDVDの光学系では基板厚みが10 $\mu$ m変化した場合に発生するRMS球面収差は約0.01 $\lambda$ であったが、後述した光学系の条件では同じく10 $\mu$ mの基板厚み変化に対して約0.1 $\lambda$ と10倍の球面収差が発生する。

【0004】 このような球面収差を補正するために球面収差補正光学系が提案されている。例えば特願2000-131603には凸レンズと凹レンズの2枚のレンズでアフォーカル光学系を構成し、その間隔を可変にすることで球面収差を補正する方法が開示されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上述の光学系で凸レンズあるいは凹レンズを光軸方向に移動して球面収差を補正しようすると光の利用効率変動するという問題が生じる。以下にこの件について詳述する。

【0006】 光ヘッドの光源としては半導体レーザなどが用いられる。半導体レーザのファーストフィールドにおける光量分布はガウス分布に近似した形をしている。すなわち光軸上の強度が最も高く、光軸から離れるにしたがって強度が減衰する。一般に対物レンズに入射する光量を増やそうとすると対物レンズの有効径周縁での強度は低下する。有効径周縁での光強度が著しく低下すると対物レンズで集光されたスポットの直径が大きくなってしまふ。逆に対物レンズの有効径内で均一な光量分布を得ようすると、半導体レーザからの光取り込み効率は低下する。このように半導体レーザからの光をどの程度対物レンズに取り込むかは光ヘッドの性能を左右する非常に重要なパラメータである。

【0007】 しかしながら球面収差を補正するためにアフォーカル光学系のレンズの1つを移動させると、光源である半導体レーザから見た場合、対物レンズに入射する光線の角度が変化してしまい、光量の取り込み効率や対物レンズで集光されたスポット径が変化してしまうという問題があった。

【0008】 本発明は、以上のような従来例の問題点を解決するためになされたものであり、球面収差補正光学系の焦点距離と対物レンズとの距離を適切に選択することで、球面収差を補正しても光量の取り込み効率や集光スポット径の変化がない光ヘッド装置及びそれを用いた光学情報記録再生装置を提供することを目的としている。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明の光ヘッド装置は、光源と、前記光源から出射した光線を略平行光に変換するコリメート手段と光デ

ィスク基板を通して情報媒体面上に集光する集光手段と、前記情報媒体で変調された光束を分離するための光束分離手段と、前記情報媒体で変調された光を受光する受光手段を具備し、前記コリメート手段と前記集光手段との間に、コリメート手段側から順に負のパワーを持ったレンズと正のパワーを持ったレンズを配置し、少なくとも前記いずれかのレンズが光軸方向に移動して情報媒体面上で生じる球面収差を補正し、前記正のパワーを持ったレンズの焦点距離と、前記正のパワーを持ったレンズから前記集光手段までの距離が略等しいことを特徴とする。

【0010】上記構成において、前記正のパワーを持ったレンズの焦点距離を  $f$ 、前記正のパワーを持ったレンズから前記集光手段までの距離を  $d$  としたとき

$$0.5f < d < 1.25f \quad (1)$$

の条件を満足することが望ましい。

【0011】さらに、光源と、前記光源から出射した光線を略平行光に変換するコリメートレンズと光ディスク基板を通して情報媒体面上に集光する集光手段と、前記情報媒体で変調された光束を分離するための光束分離手段と、前記情報媒体で変調された光を受光する受光手段を具備し、前記コリメートレンズが光軸方向に移動して情報媒体面上で生じる球面収差を補正し、前記コリメートレンズの焦点距離と、前記コリメートレンズから前記集光手段までの距離が略等しいことを特徴とする光ヘッド装置。

【0012】また、前記コリメートレンズの焦点距離を  $f$ 、前記コリメートレンズから前記集光手段までの距離を  $d$  としたとき

$$0.5fc < dc < 1.25fc \quad (2)$$

の条件を満足することが望ましい。

【0013】また、本発明の光学情報記録再生装置は上記光ヘッド装置を用いて、光ディスク基板の情報媒体面上に情報を記録し、あるいは再生する。

【0014】

【発明の実施の形態】 以上のように、本発明の光ヘッド装置は、光路中のレンズを光軸方向に移動させて、対物\*

$$1/(fp + \Delta d) + 1/b = 1/fp \quad (3)$$

となる。凸レンズ12から  $s$  だけ離れた対物レンズのアーチャ16での周縁光線高さを平行光の時と同じ  $c$  に※40

$$(c \cdot \Delta d / fp) / s = (c + c \cdot \Delta d / fp) / b \quad (4)$$

の条件が成り立てばよい。(2)式と(3)式から

$$s = fp \quad (5)$$

が求まる。すなわち、凸レンズ12から対物レンズのアーチャ16までの距離を凸レンズ12の焦点距離と同じにすることによって、常に同一の強度分布と光利用効率率が得られることが分かる。★

$$0.5f < d < 1.25f$$

の条件を満足することでスポット径や光利用率を実用上問題のない範囲に収めることができる。

\* レンズに入射する光線の発散角を変化させることで光学系全体の球面収差を補正する場合に、中立位置からより発散する場合には球面収差補正光学系から出射する周縁光線の光線高さが低くなり、逆により収束する場合は周縁光線の光線高さが高くなることで、対物レンズには常に一定の光量分布が入射するように構成している。

【0015】(実施の形態1)以下、本発明の光ヘッド装置について、図面を参照しつつ具体的に説明する。

【0016】図1は本発明の光ヘッド装置の構成を示す光路図である。ビーム直径  $\phi a$  の平行光1が凹レンズ2に入射し発散光3となって、凸レンズ4に入射する。凸レンズで再び平行光5となり対物レンズのアーチャ6に光線が到達する。ここで凸レンズ4を光軸7に沿って凹レンズ2から離れる方向に移動すると(図1

(b))、凹レンズ2から出射した光は発散光であるため凸レンズ4から出射する光の周縁での高さ8は平行光の時の高さ9よりも高くなる。一方凸レンズ4を凹レンズ2から離れる方向に移動すると出射した光線は収束光10となる。したがって平行光5の時よりも高い周縁光線が収束光10となるため条件によっては平行光の時と同じように対物レンズのアーチャ6に光線が到達する。すなわち、平行光1のビーム直径  $\phi a$  の光量分布は、球面収差補正のために凸レンズ4を移動させてもそのまま対物レンズに入射する。

【0017】ここで球面収差補正のためにレンズを移動させても光量分布に変化が起らない条件について図面を用いて詳述する。図2は本発明の光ヘッド装置の原理を示す構成図である。凹レンズ11と凸レンズ12がアフォーカル光学系の配置にあれば、平行光で入射した光線13は同じく平行光14で出てくる。凸レンズ12の焦点距離を  $fp$  とする。凸レンズ12の移動前の周縁光線高さを  $c$  とする。ここで凸レンズ12が光軸方向に沿って凹レンズ11から離れる方向に  $\Delta d$  移動すると、周縁光線高さは  $\Delta d \cdot c / fp$  だけ増加する。また、凸レンズ12からの出射光は収束光15となり、凸レンズから  $b$  の距離に焦点を結ぶ。この状態での近軸結像式は

※するためには、

★【0018】上記の計算は近軸計算であり、実際の光線ではずれが生じる。凸レンズの焦点距離を  $f$ 、凸レンズから対物レンズのアーチャまでの距離を  $d$  としたとき

$$(1)$$

【0019】なお凸レンズ12は光軸方向に対して移動するため、常に凸レンズと対物レンズのアーチャの距

離を凸レンズの焦点距離と同じ値に保つことは不可能である。しかし、凸レンズの移動量はその焦点距離よりも比較的短く、凸レンズがアフォーカルの位置にあるときに、焦点距離と比較して対物レンズのアパーチャ16までの距離sは、凸レンズの移動量Δdに比べて小さいと見なすことができる。

【0020】本発明の実施の形態1の具体的な数値例を以下に示す。まず、以下の各数値例において、共通に使用した対物レンズの数値例を示す。対物レンズは2群2枚構成で、球面収差補正光学系側から第1面、第2面、第3面、第4面とする。また、光ディスクは平行平板とする。

【0021】f<sub>b</sub> : 対物レンズの焦点距離 (mm)

R<sub>b1</sub> : 第1面の曲率半径 (mm)

R<sub>b2</sub> : 第2面の曲率半径 (mm)

R<sub>b3</sub> : 第3面の曲率半径 (mm)

R<sub>b4</sub> : 第4面の曲率半径 (mm)

E<sub>b1</sub> : 第1レンズと第2レンズの間隔 (mm)

d<sub>b1</sub> : 第1レンズの厚み (mm)

d<sub>b2</sub> : 第2レンズの厚み (mm)

n<sub>b1</sub> : 第1レンズの使用波長に対する屈折率

n<sub>b2</sub> : 第2レンズの使用波長に対する屈折率

n<sub>cd</sub> : 光ディスク基板の使用波長に対する屈折率

t<sub>c</sub> : 情報記録面上の光ディスク透明基板の厚み (mm)

W : 使用波長 (nm)

f<sub>b</sub> = 2.000

R<sub>b1</sub> = 1.900

R<sub>b2</sub> = -7.800

R<sub>b3</sub> = 0.99466

R<sub>b4</sub> : 平面

E<sub>b1</sub> = 1.150

d<sub>b1</sub> = 1.2

d<sub>b2</sub> = 1.0535

n<sub>b1</sub> = 1.52331

n<sub>b2</sub> = 1.52331

n<sub>cd</sub> = 1.61736

t<sub>c</sub> = 0.1

WD = 0.30

W = 405

また、非球面形状は、以下の(数1)で与えられる。

【0022】

【数1】

$$x = \frac{C_j h^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K_j) C_j^2 h^2}} + \sum A_{j,n} h^n$$

【0023】ただし各符号の意味は以下の通りである。

【0024】X : 光軸からの高さがhの非球面上の点の非球面頂点の接平面からの距離

h : 光軸からの高さ

C<sub>j</sub> : 第j面の非球面頂点の曲率 (C<sub>j</sub> = 1/R<sub>j</sub>)

K<sub>j</sub> : 第j面の円錐定数

A<sub>j,n</sub> : 第j面のn次の非球面係数

各係数には対物レンズの非球面係数に限りbの添え字を付けた。

【0025】k<sub>b1</sub> = -4.593396e-001

A<sub>b1,4</sub> = 8.386037e-004

A<sub>b1,6</sub> = -2.243728e-004

A<sub>b1,8</sub> = -1.594195e-004

A<sub>b1,10</sub> = 2.620701e-005

A<sub>b1,12</sub> = -2.738825e-005

k<sub>b2</sub> = 1.272600e+001

A<sub>b2,4</sub> = -3.117861e-003

A<sub>b2,6</sub> = -1.073863e-003

A<sub>b2,8</sub> = 1.258618e-004

A<sub>b2,10</sub> = -1.951853e-004

A<sub>b2,12</sub> = 4.181241e-005

k<sub>b3</sub> = -6.080135e-001

A<sub>b3,4</sub> = 3.894679e-002

A<sub>b3,6</sub> = 1.463247e-002

A<sub>b3,8</sub> = 1.262713e-002

A<sub>b3,10</sub> = -1.226316e-002

A<sub>b3,12</sub> = 1.779569e-002

次に光ヘッド光学系の球面収差を補正するレンズの数値データを示す。以下の各数値例においてレンズは光源側から順に第1、第2と数え、また各レンズにおいて光源側の面を第1面、対物レンズ側の面を第2面とする。

【0026】f<sub>p</sub> : 凸レンズの焦点距離 (mm)

R<sub>11</sub> : 第1レンズの第1面の曲率半径 (mm)

R<sub>12</sub> : 第1レンズの第2面の曲率半径 (mm)

R<sub>21</sub> : 第2レンズの第1面の曲率半径 (mm)

R<sub>22</sub> : 第2レンズの第2面の曲率半径 (mm)

E<sub>1</sub> : 第1レンズと第2レンズの間隔 (mm)

d<sub>1</sub> : 第1レンズの厚み (mm)

d<sub>2</sub> : 第2レンズの厚み (mm)

n<sub>1</sub> : 第1レンズの使用波長に対する屈折率

n<sub>2</sub> : 第2レンズの使用波長に対する屈折率

E<sub>FF</sub> : 対物レンズ側の出射ビーム直径

(実施例1)

f<sub>p</sub> = 10.0

R<sub>11</sub> = -8.48

R<sub>12</sub> = 14.3

R<sub>21</sub> = 33.2

R<sub>22</sub> = -9.02

E<sub>1</sub> = 2.0

d<sub>1</sub> = 1.2

d<sub>2</sub> = 1.2

n<sub>1</sub> = 1.74188

n<sub>2</sub> = 1.71791

E<sub>FF</sub> = 3.0

ここで凸レンズの焦点距離は10mmであるため、対物レンズのアパーチャが対物レンズの第1面にあるとして、凸レンズから対物レンズの第1面までの距離は(1)式より5mmから12.5mmの範囲とする。

【0027】ここで凸レンズが±0.5mm移動したときに補正される3次球面収差量は約0.18λ:RMSである。以下凸レンズが光源側に移動した場合をマイナス、対物レンズ側に移動した場合をプラスの移動量とする。

【0028】凸レンズから対物レンズまでの距離が5mmの時に、対物レンズの周縁光線となる、球面収差補正光学系への入射光線高さを凸レンズの移動量とともに示す。

凸レンズの移動量	入射光線高さ
-0.5mm	1.0705mm
0.0mm	1.0522mm
+0.5mm	1.0295mm

同様に凸レンズから対物レンズまでの距離が10mmの時に、対物レンズの周縁光線となる、球面収差補正光学系への入射光線高さを凸レンズの移動量とともに示す。

凸レンズの移動量	入射光線高さ
-0.5mm	1.0426mm
0.0mm	1.0522mm
+0.5mm	1.0568mm

同様に凸レンズから対物レンズまでの距離が12.5mmの時に、対物レンズの周縁光線となる、球面収差補正光学系への入射光線高さを凸レンズの移動量とともに示す。

凸レンズの移動量	入射光線高さ
-0.5mm	1.0293mm
0.0mm	1.0522mm
+0.5mm	1.0710mm

以上の3種の条件では凸レンズから対物レンズまでの距離が10mm、すなわち凸レンズの焦点距離と等しいときに、凸レンズの移動にともなう入射光線高さの変化が最も少ないことが分かる。また、凸レンズから対物レンズまでの距離が5mmから12.5mmの範囲では入射光線高さの範囲は±2.5%以内に入っている。

【0029】(実施例2)

f p = 20.0

R 1 1 = -23.11

R 1 2 = 24.93

R 2 1 = 81.09

R 2 2 = -12.036

E 1 = 2.5

d 1 = 1.2

d 2 = 2.0

n 1 = 1.74188

n 2 = 1.52801

E F F = 3.0

ここで凸レンズの焦点距離は20mmであるため、対物レンズのアパーチャが

対物レンズの第1面にあるとして、凸レンズから対物レンズの第1面までの距離は(1)式より10mmから25mmの範囲とする。

【0030】ここで凸レンズが±1.5mm移動したときに補正される3次球面収差量は約0.15λ:RMSである。以下凸レンズが光源側に移動した場合をマイナス、対物レンズ側に移動した場合をプラスの移動量とする。

【0031】凸レンズから対物レンズまでの距離が10mmの時に、対物レンズの周縁光線となる、球面収差補正光学系への入射光線高さを凸レンズの移動量とともに示す。

凸レンズの移動量	入射光線高さ
-1.5mm	1.2367mm
0.0mm	1.1965mm
+1.5mm	1.1569mm

同様に凸レンズから対物レンズまでの距離が20mmの時に、対物レンズの周縁光線となる、球面収差補正光学系への入射光線高さを凸レンズの移動量とともに示す。

凸レンズの移動量	入射光線高さ
-1.5mm	1.1897mm
0.0mm	1.1965mm
+1.5mm	1.2016mm

同様に凸レンズから対物レンズまでの距離が25mmの時に、対物レンズの周縁光線となる、球面収差補正光学系への入射光線高さを凸レンズの移動量とともに示す。

凸レンズの移動量	入射光線高さ
-1.5mm	1.1676mm
0.0mm	1.1965mm
+1.5mm	1.2254mm

以上の3種の条件では凸レンズから対物レンズまでの距離が20mm、すなわち凸レンズの焦点距離と等しいときに、凸レンズの移動にともなう入射光線高さの変化が最も少ないことが分かる。また、凸レンズから対物レンズまでの距離が10mmから25mmの範囲では入射光線高さの範囲は±3.5%以内に入っている。

【0032】(実施例3)

40 f p = 8.0

R 1 1 = -6.914

R 1 2 = 5.35

R 2 1 = 71.645

R 2 2 = -4.414

E 1 = 3.0

d 1 = 0.8

d 2 = 1.5

n 1 = 1.75747

n 2 = 1.52331

50 E F F = 3.7

また、第2レンズの第2面は非球面であり、その非球面形状は同じく(数1)で表される。

【0033】 $k2 = -0.1710231$

$A2, 4 = 2.839637 \times 10^{-3}$

ここで凸レンズの焦点距離は8mmであるため、対物レンズのアバーチャが対物レンズの第1面にあるとして、凸レンズから対物レンズの第1面までの距離は(1)式より4mmから10mmの範囲とする。

【0034】ここで凸レンズが $\pm 0.25$ mm移動したときに補正される3次球面収差量は約 $0.25\lambda$ :RMSである。以下凸レンズが光源側に移動した場合をマイナス、対物レンズ側に移動した場合をプラスの移動量とする。

【0035】凸レンズから対物レンズまでの距離が4mmの時に、対物レンズの周縁光線となる、球面収差補正光学系への入射光線高さを凸レンズの移動量とともに示す。

凸レンズの移動量	入射光線高さ
-0.25mm	0.8333mm
0.0mm	0.8208mm
+0.25mm	0.8212mm

同様に凸レンズから対物レンズまでの距離が8mmの時に、対物レンズの周縁光線となる、球面収差補正光学系への入射光線高さを凸レンズの移動量とともに示す。

凸レンズの移動量	入射光線高さ
-0.25mm	0.8182mm
0.0mm	0.8208mm
+0.25mm	0.8372mm

同様に凸レンズから対物レンズまでの距離が10mmの時に、対物レンズの周縁光線となる、球面収差補正光学系への入射光線高さを凸レンズの移動量とともに示す。

凸レンズの移動量	入射光線高さ
-0.25mm	0.8109mm
0.0mm	0.8208mm
+0.25mm	0.8456mm

以上の3種の条件では凸レンズから対物レンズまでの距離が4mmと8mmの間で、凸レンズの移動にともなう入射光線高さの変化が最も少ないことが分かる。ま \*

$$s = f c$$

半導体レーザーから常に同一の強度分布と光利用効率が得られることが分かる。

【0039】上記の計算は近軸計算であり、実際の光線※

$$0.5 f c < d c < 1.25 f c$$

の条件を満足することでスポット径や光利用率を実用上問題のない範囲に収めることができる。

【0040】なおコリメートレンズは光軸方向に対して移動するため、常にコリメートレンズと対物レンズのアバーチャの距離をコリメートレンズの焦点距離と同じ値に保つことは不可能である。しかし、コリメートレンズの移動量はその焦点距離よりも比較的短く、コリメート

\*た、凸レンズから対物レンズまでの距離が4mmから10mmの範囲では入射光線高さの範囲は $\pm 3.5\%$ 以内に入っている。

【0036】(実施の形態2)本発明の第2の実施の形態における光ヘッド装置について、図面を参照しつつ具体的に説明する。実施の形態1では球面収差補正光学系として凹レンズと凸レンズによるアフォーカル光学系を用いたが、実施の形態2においては、半導体レーザーを平行光に変換するコリメートレンズそのものを球面収差補正光学系として用いる。図6は本発明の原理を示す光路図である。半導体レーザー17から出射した光線18はコリメートレンズ19により平行光20となって対物レンズのアバーチャ21に入射する。ここでコリメートレンズ19を光軸22に沿って半導体レーザー17から離れる方向に移動すると(図6(b))、半導体レーザー17から出射した光は発散光であるためコリメートレンズ19から出射する光の周縁での高さ23は平行光の時の高さ24よりも高くなる。一方コリメートレンズ19を半導体レーザー17から離れる方向に移動すると出射した光線は収束光25となる。

【0037】したがって平行光20の時よりも高い周縁光線が収束光25となるため条件によっては平行光の時と同じように対物レンズのアバーチャ21に光線が到達する。すなわち、対物レンズに入射する半導体レーザー17の光量分布は、球面収差補正のためにコリメートレンズ19を移動させても変化しない。

【0038】球面収差補正のためにレンズを移動させても光量分布に変化が起こらない条件は、図2で説明した凸レンズをコリメートレンズに置き換えれば全く同様に説明できる。すなわちコリメートレンズの焦点距離 $f c$ と、コリメートレンズから対物レンズのアバーチャまでの距離 $s$ が等しいとき、

(6)

40※ではずれが生じる。コリメートレンズの焦点距離を $f c$ 、コリメートレンズから対物レンズのアバーチャまでの距離を $d c$ としたとき

(2)

レンズがアフォーカルの位置にあるときに、焦点距離と比較して対物レンズのアバーチャまでの距離 $s$ は、コリメートレンズの移動量 $\Delta d$ に比べて小さいと見なすことができる。

【0041】本発明の実施の形態2の具体的数値例を以下に示す。対物レンズのパラメータを含むコリメートレンズ以外のパラメータは実施の形態1と同じである。

11

【0042】(実施例4) 実施例4の具体的な数値を以下に示す。コリメートレンズの面は光源側から順に第1面、第2面とする。

【0043】 $f_c$  : コリメートレンズの焦点距離 (mm)

$R_1$  : コリメートレンズの第1面の曲率半径 (mm)

$R_2$  : コリメートレンズの第2面の曲率半径 (mm)

$d_1$  : コリメートレンズの厚み (mm)

$n_1$  : コリメートレンズの使用波長に対する屈折率

EFF : 対物レンズ側の出射ビーム直径

$f_p = 16.0$

$R_1$  : 平面

$R_2 = -10.72704$

$d_1 = 2$

$n_1 = 1.67044$

EFF = 3.4

ここでコリメートレンズの焦点距離は16mmであるため、対物レンズのアパーチャが対物レンズの第1面にあるとして、コリメートレンズから対物レンズの第1面までの距離は(2)式より8mmから20mmの範囲とする。

【0044】ここでコリメートレンズが $\pm 0.8$ mm移動したときに補正される3次球面収差量は約0.15 $\lambda$ : RMSである。以下コリメートレンズが光源側に移動した場合をマイナス、対物レンズ側に移動した場合をプラスの移動量とする。

【0045】コリメートレンズから対物レンズまでの距離が8mmの時に、対物レンズの周縁光線となる、コリメートレンズへの入射光線角度をコリメートレンズの移動量とともに示す。

コリメートレンズの移動量	入射光線角度
-0.8mm	6.21621度
0.0mm	6.09702度
+0.8mm	5.95344度

同様にコリメートレンズから対物レンズまでの距離が16mmの時に、対物レンズの周縁光線となる、コリメートレンズへの入射光線角度をコリメートレンズの移動量とともに示す。

コリメートレンズの移動量	入射光線角度
-0.8mm	6.06097度
0.0mm	6.09702度
+0.8mm	6.10389度

同様にコリメートレンズから対物レンズまでの距離が12.5mmの時に、対物レンズの周縁光線となる、コリメートレンズへの入射光線角度をコリメートレンズの移動量とともに示す。

12

コリメートレンズの移動量	入射光線角度
-0.8mm	5.98621度
0.0mm	6.09702度
+0.8mm	6.18210度

以上の3種の条件ではコリメートレンズから対物レンズまでの距離が16mm、すなわちコリメートレンズの焦点距離と等しいときに、コリメートレンズの移動にともなう入射光線角度の変化が最も少ないことが分かる。また、コリメートレンズから対物レンズまでの距離が8mmから20mmの範囲では入射光線角度の範囲は $\pm 2.5\%$ 以内に入っている。

【0046】(実施の形態3) 次に、上記実施の形態1で示した光学系による本発明の光ヘッド装置及び光学情報記録再生装置の構成図を図8に示す。図8において、光源である半導体レーザー26から出射した光束は、ビームスプリッター27を透過し、コリメートレンズ28により略平行光となる。さらに凹レンズ29と凸レンズ30を透過して再び略平行光になり、実施例1ないし4に示した2群2枚の対物レンズ31により光ディスク32の情報媒体面32a上に集光される。集光スポットは情報媒体面32aに形成された凹凸により回折される。情報媒体面32aで回折、反射されたレーザー光は、対物レンズ31、凸レンズ30、凹レンズ29、コリメートレンズ28を透過しビームスプリッター27で反射し、検出レンズ33で屈折して受光素子34上に集光される。受光素子34の電気信号により、情報媒体面32aで変調された光量変化を検出し、データを読み取る。

【0047】ここで、凸レンズ30は光軸方向に可動するよう設置されており、光ディスク32の基板厚みや他の光ヘッド光学系の球面収差を補正する。凸レンズ30の焦点距離と凸レンズから対物レンズ31までの距離を略等しくすることで、凸レンズ30が光軸方向に移動しても半導体レーザー26から出射した光線の範囲は常に一定で対物レンズ31に入射する。

【0048】これにより対物レンズでの半導体レーザーの光量利用率が常に一定に保たれるだけでなく、対物レンズの周縁に入射する光の強度も常に一定に保たれるため、媒体面上に集光されたスポットの形状も一定に保つことができる。

【0049】(実施の形態4) 次に、上記実施の形態2で示した光学系による本発明の光ヘッド装置及び光学情報記録再生装置の構成図を図9に示す。図9において、光源である半導体レーザー26から出射した光束は、ビームスプリッター27を透過し、コリメートレンズ35により略平行光となる。そして実施例1ないし4に示した2群2枚の対物レンズ31により光ディスク32の情報媒体面32a上に集光される。集光スポットは情報媒体面32aに形成された凹凸により回折される。情報媒体面32aで回折、反射されたレーザー光は、対物レンズ31、コリメートレンズ35を透過しビームスプリッター



27で反射し、検出レンズ33で屈折して受光素子34上に集光される。受光素子34の電気信号により、情報媒体面32aで変調された光量変化を検出し、データを読み取る。

【0050】ここで、コリメートレンズ35は光軸方向に可動するよう設置されており、光ディスク32の基板厚みや他の光ヘッド光学系の球面収差を補正する。コリメートレンズ35の焦点距離とコリメートレンズから対物レンズ31までの距離を略等しくすることで、コリメートレンズ35が光軸方向に移動しても半導体レーザー26から出射した光線の範囲は常に一定で対物レンズ31に入射する。これにより対物レンズでの半導体レーザーの光量利用率が常に一定に保たれるだけでなく、対物レンズの周縁に入射する光の強度も常に一定に保たれるため、媒体面上に集光されたスポットの形状も一定に保つことができる。

【0051】なお上記に示した実施の形態1と3において、光軸方向に移動させるレンズを凸レンズとしたが凹レンズを移動させても同様の効果を持つ。

【0052】また実施例においては凸レンズ、凹レンズはそれぞれ単レンズとしたが、複数枚のレンズで構成された正のパワーを持ったレンズ群と、負のパワーを持ったレンズ群であってもよい。また複数枚で構成する際に従来から知られているように分散の異なる凸と凹のレンズを組み合わせることで各レンズ群に色消し効果を持たせてもよい。同様に各レンズに回折素子を一体化することにより色消し効果を持たせてもよい。また色消し効果は各レンズ群のみで色収差を補正することも可能であるし、光ヘッド光学系全体の色収差を球面収差補正光学系で補正するようにしてもよい。

【0053】さらに、実施の形態1と3においては、凸レンズと凹レンズの組合せになっているため、たとえ単レンズを用いたとしても、凸レンズ側に色分散の低い材料を、凹レンズ側に色分散の高い材料を配することで色収差補正効果を持たせることができる。

【0054】また実施の形態2と4においてもコリメートレンズは非球面単レンズとしたが複数枚の組合せレンズであってもよい。また上記と同様にコリメートレンズを複数枚のレンズにして色消し効果を持たせてもよいし、回折素子と一体化して色収差補正を行ってもよい。またその時コリメートレンズ単体の色収差補正をしてもよいし、光ヘッド光学系全体の色収差をコリメートレンズで補正するようにしてもよい。

【0055】さらに、実施の形態1と3において、光学系を平行光が入射して平行光が出射するアフォーカル光学系としたが、入射光、出射光がともに、あるいはどちらかが平行光でない光学系であってもよい。すなわち例えば出射光が発散光になっている場合は、対物レンズをその発散光に対して収差補正するようにすればよいし、収束光の場合も同様である。

【0056】さらに、実施の形態2と4においても、コリメートレンズは略平行光となるように設計されているが、発散光あるいは収束光となるように設計されていてもよい。同様に対物レンズも発散光あるいは収束光に対して収差補正されたものを用いてもよい。

【0057】

【発明の効果】以上のように、本発明の光ヘッド装置は、光源と、前記光源から出射した光線を略平行光に変換するコリメート手段と光ディスク基板を通して情報媒体面上に集光する集光手段と、前記情報媒体で変調された光束を分離するための光束分離手段と、前記情報媒体で変調された光を受光する受光手段を具備し、前記コリメート手段と前記集光手段との間に、コリメート手段側から順に負のパワーを持ったレンズと正のパワーを持ったレンズを配置し、少なくとも前記いずれかのレンズが光軸方向に移動して情報媒体面上で生じる球面収差を補正し、前記正のパワーを持ったレンズの焦点距離と、前記正のパワーを持ったレンズから前記集光手段までの距離が略等しい様に構成したので、光ディスク基材の厚み変化などを原因として生じる球面収差の発生に対して、正のパワーを持ったレンズあるいは負のパワーを持ったレンズを光軸方向に移動することによってその球面収差を補正したとき、対物レンズに入射する光量分布を常に一定に保つことができるため、光ディスク上でのスポットの品質を保つと同時に光源の光利用効率も一定にすることができる。

【0058】また、前記正のパワーを持ったレンズの焦点距離を  $f$ 、前記正のパワーを持ったレンズから前記集光手段までの距離を  $d$  としたとき

$$0.5f < d < 1.25f \quad (1)$$

の条件を満足することで、光量分布と光利用効率を実用上問題のない範囲で一定に保つことができる。

【0059】また、光源と、前記光源から出射した光線を略平行光に変換するコリメートレンズと光ディスク基板を通して情報媒体面上に集光する集光手段と、前記情報媒体で変調された光束を分離するための光束分離手段と、前記情報媒体で変調された光を受光する受光手段を具備し、前記コリメートレンズが光軸方向に移動して情報媒体面上で生じる球面収差を補正し、前記コリメートレンズの焦点距離と、前記コリメートレンズから前記集光手段までの距離が略等しい様に構成したので、同じく球面収差補正のためにコリメートレンズを光軸方向に移動しても対物レンズに入射する光量分布を常に一定に保つことができるため、光ディスク上でのスポットの品質を保つと同時に光源の光利用効率も一定にすることができる。

【0060】また、前記コリメートレンズの焦点距離を  $f_c$ 、前記コリメートレンズから前記集光手段までの距離を  $d_c$  としたとき

$$0.5f_c < d_c < 1.25f_c \quad (2)$$

15

の条件を満足することで、光量分布と光利用効率を実用上問題のない範囲で一定に保つことができる。

【0061】また、上記と同等な効果を持った光学情報記録再生装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ヘッド装置の一構成例を示す光路図

【図2】本発明の光ヘッド装置の原理を示す構成図

【図3】本発明の光ヘッド装置の実施例1における球面収差図

【図4】本発明の光ヘッド装置の実施例2における球面収差図

【図5】本発明の光ヘッド装置の実施例3における球面収差図

【図6】本発明の光ヘッド装置の一構成例を示す光路図\*

16

\*【図7】本発明の光ヘッド装置の実施例4における球面収差図

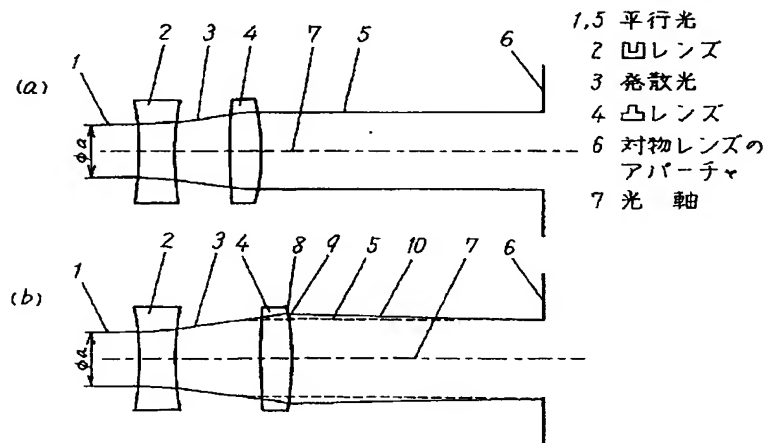
【図8】本発明の実施の形態3に示す光ヘッド装置および情報記録再生装置の構成図

【図9】本発明の実施の形態4に示す光ヘッド装置および情報記録再生装置の構成図

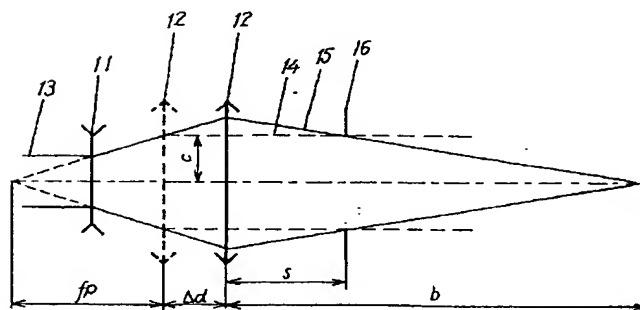
【符号の説明】

- 1 平行光
- 2 凹レンズ
- 3 発散光
- 4 凸レンズ
- 5 平行光
- 6 対物レンズのアパーチャ
- 7 光軸

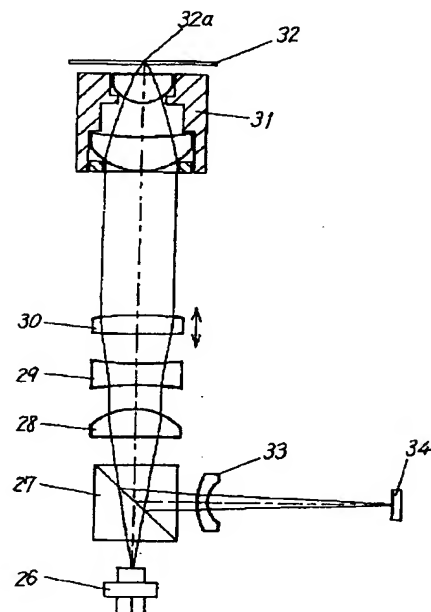
【図1】



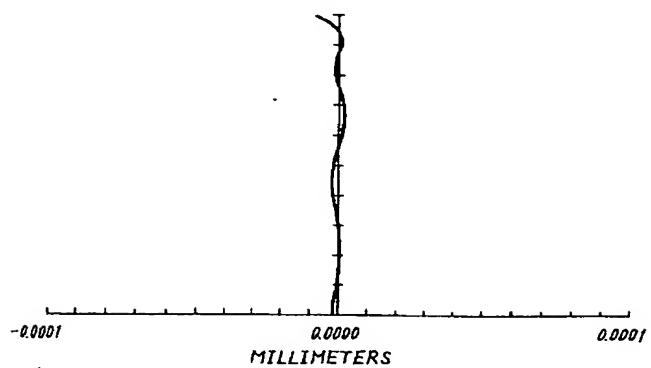
【図2】



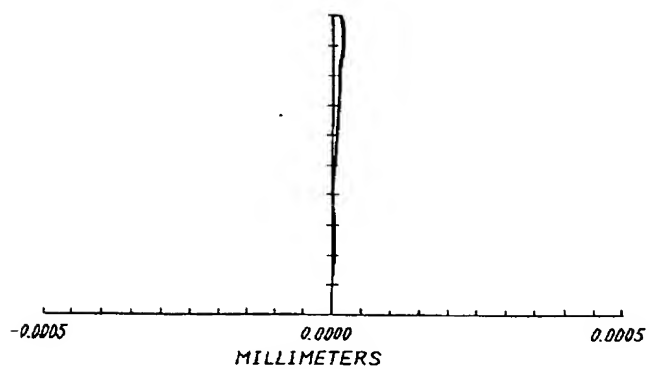
【図8】



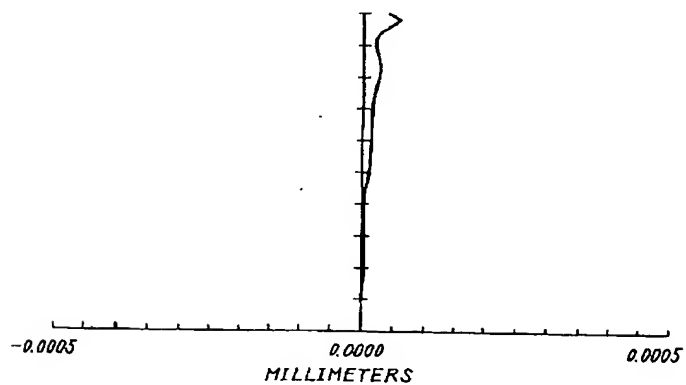
【図3】



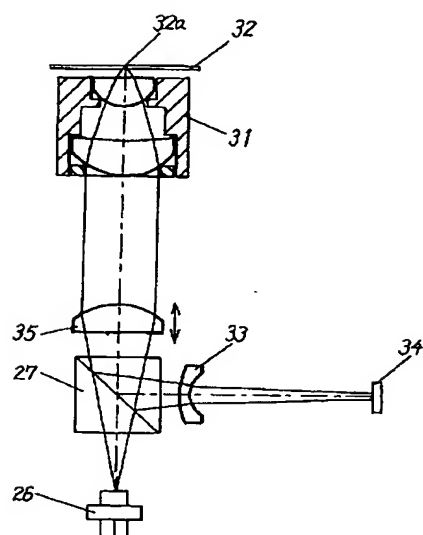
【図4】



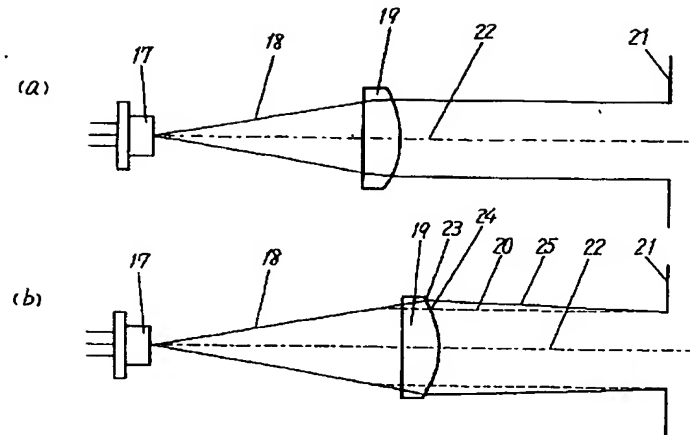
【図5】



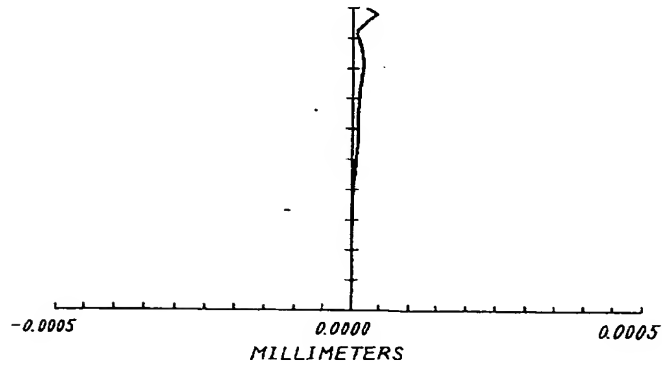
【図9】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 山形 道弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 緒方 大輔

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

F ターム(参考) 2H087 KA13 NA01 PA01 PA02 PA17

PB01 PB02 QA02 QA03 QA07

QA13 QA14 QA19 QA21 QA33

QA34 QA41 QA42 RA05 RA12

RA13 RA42

5D119 AA43 BA01 EC01 JA02 JA09

JB03 LB05